

УДК 576

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЛИЧИНОК КОМАРОВ (CULICIDAE)

В. Г. Федорова

В лабораторных и полевых условиях Новгородской обл. изучено действие суперфосфата, нитрофоски, аммофоса на личинок *Culicidae*. Суперфосфат сильнее других удобрений подкисляет воду, а нитрофоска и аммофос увеличивают содержание аммиака в 27—240 раз, что губительно действует на личинок. Летальной дозой для личинок I—II возрастов является 0.4—0.5 %-ная, для III—IV — 1 %-ная концентрация минеральных удобрений.

В литературе имеются лишь немногочисленные сведения о влиянии минеральных удобрений на личинок комаров. Изучено изменение химического режима водной среды при известковании кислых почв и действие на личинок *Aedes* (Федорова, Алексеев, 1982). В известкованных водоемах численность личинок *Aedes* превышает неизвесткованные. Испытаны регуляторы роста насекомых на основе мочевины для подавления популяции личинок *Tanytarsus*, *Chironomus*, *Procladius* (Gregory, Mir, 1982). Гранулированный препарат WP формы на основе мочевины действовал в течение 4 недель после обработки и подавлял вылет имаго в течение 2 недель. Описан метод применения гранулированных удобрений (аммиачная селитра) в качестве носителей Actelic EC 50 для уничтожения личинок комаров *Aedes cantans* и *Ae. vexans* (Rettich, 1981). Смесь актелика с удобрениями в соотношении 1 : 50 оказалась губительной для личинок комаров при дозе 2—5 г/м³ в чистых водоемах и 10 г/м³ в загрязненных органикой водоемах. Таким образом, литературных сведений о влиянии минеральных удобрений на личинок явно недостаточно, хотя эта проблема впервые была поставлена Алексеевым в 1976 г.

В течение 20 лет (1967—1986 гг.) при обследовании различных водоемов мы наблюдали низкую численность или полное отсутствие личинок комаров во временных водоемах агроценозов или вблизи них, подверженных влиянию минеральных удобрений. Причины этих явлений достоверно не были изучены. В этой связи нами поставлена задача — изучить влияние минеральных удобрений на экологические условия для комаров изменение их фауны и численности, определить концентрации удобрений, вызывающие гибель личинок и выявить положительное действие удобрений на развитие.

В 1979—1986 гг. нами проводились целенаправленные исследования химического режима водоемов и численности личинок в местах применения минеральных удобрений. Нами исследовано свыше 15 тыс. проб воды из 200 водоемов на фауну, численность популяций комаров и сопутствующей фауны. Пробы воды с личинками брали стандартной эмалированной кюветой, размером 18×22 см. Из каждого водоема исследовали 5—10 проб в период развития преимагинальных фаз (апрель—май). Оценку численности личинок вели из расчета в среднем на 1 пробу и на 1 м². Видовой и возрастной состав личинок определяли на живом и фиксированном материале. В лабораторных и полевых условиях

Т а б л и ц а 1
Химический режим водоемов лесной зоны (Новгородской обл., в мг/л)

Водоем	pH	Растворенный в воде кислород	NH ₃	Cl	Окисляемость
Осушительные каналы	7.4	5.6	14.0		56.4
Канавы (на агроценозах)	7.8	0.9	1.7		50.24
Колени дорог:					
поле	7.7—7.9	4.4—6.9	1.2—1.4	170—180	
луг	7.5	2.7	1.6		27.1
лес	6.9	5.3	1.2		
Лужи (лесные)	6.6		3.12		

поставлено 100 опытов на выживаемость личинок и куколок при действии различных концентраций удобрений (суперфосфата, нитрофоски, аммофоса, сульфата аммония, 20 %-ной аммиачной воды). В лаборатории личинок одной популяции распределяли в равные по объему (0.5 л) банки с водой из естественных (испытываемых) водоемов, считали их количество, добавляли в расчетных дозировках удобрения и вели наблюдения опытных и контрольных партий в течение первого часа непрерывно, затем проверяли через 1—3 ч в течение первых суток и 3 раза в последующие дни (ежедневно) — до полной гибели личинок или окукливания и окрыления. В естественных водоемах брали пробы до внесения удобрений, затем равномерно рассыпали препарат удобрения в местах концентрации личинок с измерением (рулеткой) достоверной площади и глубины водоема. Действие удобрений проверяли через 1—3 сут, затем через 1, 2 мес и 2—3 раза в течение трех последующих лет. Химические анализы воды исследовали до и после внесения удобрений из лабораторных и полевых проб, включая контроль, а также из естественных водоемов, куда могли попадать удобрения с агроценозов. Всего выполнено 500 химических анализов на pH, растворенный в воде кислород, аммиак, окисляемость, хлориды, нитраты и др.

Влияние минеральных удобрений на экологические условия и фауну может быть различным. Это зависит от вида удобрений, сроков, способов и норм внесения, а также от типов почв, способов их осушения, применяемых севооборотов и агротехники сельскохозяйственных культур. Проведенные нами исследования в 1984—1986 гг. показали, что водоемы агроценозов, куда вместе со стоками воды попадают минеральные удобрения с полей, загрязнены в большей степени по сравнению с искусственными водоемами на лугах и среди леса (табл. 1). В них содержится меньшее количество растворенного в воде кислорода (в 3 раза и более), выше окисляемость (в 1.5—2 раза) и в ряде случаев наблюдается повышенное содержание аммиака.

После обработки водоемов фосфорными (суперфосфат) и комбинированными удобрениями (нитрофоска, аммофос) химический режим водной среды изменяется в зависимости от вида и дозы удобрения. В естественных водоемах и лабораторных условиях установлено, что суперфосфат сильнее других удобрений подкисляет воду. В естественных условиях применение суперфосфата способствует изменению pH в сторону кислой реакции на 1.1—1.6 ед. (табл. 2). Параллельно уменьшается содержание растворенного в воде кислорода на 2.2—2.5 мг/л соответственно в мелководных (до 10—20 см) и глубоководных (до 40—60 см) водоемах, расположенных на агроценозах или вблизи них. С увеличением концентрации суперфосфата уменьшается величина pH, сдвигаясь в сторону кислой реакции. При этом отмечается следующая закономерность: чем меньше исходная величина pH, тем больше происходит подкисление воды. На щелочную среду суперфосфат оказывает меньшее воздействие по сравнению со слабокислой средой. Содержание аммиака при действии суперфосфата увеличивается незначительно (табл. 3).

Т а б л и ц а 2
Изменение химического режима водной среды при действии минеральных удобрений, в мл/л
(естественные водоемы на агроценозах, 1985—1986 гг.)

Водоем	Препарат	Доза, г/м ²	рН		О ₂		NH ₃		Cl		NO ₃	
			до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
Мелковод- ный	Суперфос- фат	50	7.7	6.1	6.6	4.4	1.2	1.2			2.0	1.5
Глубоковод- ный			8.0	6.9	6.9	4.2	1.4	1.8			2.7	1.3
Мелковод- ный	Нитрофос- ка	50	7.7	7.4	6.6	4.4	1.2	1.2	170	220	2.7	1.3
Глубоковод- ный			8.0	7.6	8.6	6.9	1.4	4.8	180	200	2.8	0.5
Мелковод- ный	Аммофос	50	7.7	6.3	4.4	3.4	1.2	170	170	160	2.7	2.2
Глубоковод- ный			8.0	7.7	9.6	6.9	1.4	6.0	180	90	2.8	0.7
Контроль	Без внесе- ния удоб- рений		7.6	7.6	6.8	6.8	1.2	1.2	170	170	1.8	1.8

Иначе действует нитрофоска: она в меньшей степени подкисляет воду, чем суперфосфат, но увеличивает содержание аммиака в воде. При 0.1 %-ной концентрации нитрофоски в 200 мл воды содержание аммиака увеличивается в 27 раз, при 0.5 %-ной — в 38, при 1 %-ной концентрации — в 95 раз и более (табл. 3).

Аммофос подкисляет воду слабее суперфосфата. Его действие в большей степени увеличивает содержание аммиака: при 1 %-ной концентрации аммофоса количество аммиака в воде в лабораторных условиях увеличивалось в 240 раз и более (табл. 3).

Изменения химического режима среды в естественных водоемах менее выражены из-за незначительной концентрации удобрений. Однако четко прослеживается закономерность увеличения кислой реакции водной среды, особенно при действии суперфосфата, а применение нитрофоски и аммофоса, содержащих больший процент азота, приводит к увеличению аммиака, оказывающего вредное влияние на живые организмы, развивающиеся в водной среде.

Т а б л и ц а 3
Химический режим водной среды при действии минеральных удобрений
(лабораторные опыты, в мг/л), 1985—1986 гг.

Препарат	Концент- рация (%)	рН		О ₂		NH ₃	
		до	после	до	после	до	после
Суперфосфат	0.1	6.6	5.6				
	0.5	6.6	5.4				
	0.5	8.5	8.0			3.8	2.3
	1.0	6.6	4.8				
	1.0	8.5	8.0			3.8	2.6
	1.0	7.5	3.8	6.5	5.7	3.3	25
	3.0	6.6	4.8				
	5.0	6.6	4.8				
Нитрофоска	0.1	6.0	6.2			3.1	80
	0.5	6.0	6.0			3.1	114
	1.0	6.0	5.4			3.1	285
	1.0	7.4	6.2				
	1.0	7.5	5.9	6.5	3.8	3.3	920
	3.0	6.0	5.4			3.1	710
Аммофос	5.0	6.0	5.2			3.1	1600
	1.0	7.5	5.6	6.5	2.9	3.3	800

Т а б л и ц а 4

Действие минеральных удобрений на личинок комаров в естественных водоемах Новгородской обл.
1985—1986 гг.

Водоем	Местоположение	Площадь, м ²	Число личинок на 1 м ²	Вид личинок	Препарат	Доза г/м ²	Результаты, в %		
							выживаемость	гибель	окукливание
Колея дороги	Лес п. Крестцы	2	2	<i>Ae. vexans</i>	Суперфосфат	5	100		100
	Поле д. Борки	0.9	230	»	Тот же	55	32	68	32
	То же	0.2	116	»		250	50	50	50
		0.06	108 330			830	100		100
	Парк д. Юрьево	2	3	<i>Ae. cinereus</i>		50	100		100
Лужа на лугу	г. Новгород	1	4	<i>An. messeae</i>		100		100	
Колея дороги	Поле д. Борки	3	233	<i>Ae. vexans</i>	Нитрофоска	16.6	81	29	81
	То же	0.4	250	» »	»	125	50	50	50
		0.3	110			166.6	100		100
Лужа на лугу	Заповедник деревянного зодчества	2	1	<i>Ae. flavescens</i>		50	100		100
Колея дороги	Поле д. Борки	2	75	<i>Ae. vexans</i>	Аммофос	25	53	47	53
	То же	0.5	300	» »	»	100	30	70	30
		0.02	160 000			250	100		100

Минеральные удобрения действуют на выживаемость личинок комаров. Выживаемость личинок в естественных условиях зависит от вида и дозы удобрения, площади водоема, возраста личинок, числа особей в популяции (табл. 4). Различные виды удобрений оказывают неоднородное действие на личинок. Наименьшее влияние на личинок оказывает суперфосфат, так как при обработке водоемов в дозе от 5 до 830 г/м² при разной плотности популяции выживаемость личинок составляет от 50 до 100 %. В мелководной луже на лугу чувствительными к суперфосфату оказались личинки *An. messeae* II возраста, гибель которых составила 100 % при дозе 100 г/м².

Личинки *Aedes vexans* и *Ae. flavescens* слабо реагируют на присутствие нитрофоски в водоемах. Исключение составил мелководный водоем около овсяного поля д. Борки, где гибель личинок *Al. vexans* III возраста составила 50 % при дозе нитрофоски 125 г/м².

Заметное влияние на личинок *Aedes* оказывает аммофос, так как за счет выделения аммиака гибель личинок II—III возрастов наблюдается чаще по сравнению с действием других удобрений. Однако аммофос стимулирует развитие личинок *Ae. vexans* и *Ae. flavescens*, так как процесс окукливания при его действии происходит в 2 раза быстрее по сравнению с другими удобрениями и контролем.

Личинки *An. messeae* более восприимчивы к действию удобрений по сравнению с родом *Aedes*. Так, при обработке суперфосфатом и аммофосом естественных водоемов в дозе 100 г/м² наблюдается 100 %-ная гибель личинок I—II возрастов. В этих же водоемах личинки *Aedes* II—IV возрастов оставались живыми и в 100 % случаев происходило их окукливание.

Отмечено также, что меньшие возраста личинок (I—II) *Aedes* в большей степени реагируют на присутствие минеральных удобрений в воде по сравнению с личинками IV возраста.

На выживаемость личинок влияет площадь и глубина водоема. Здесь прослеживается прямая зависимость: чем больше площадь водоема и он

Т а б л и ц а 5

Выживаемость личинок комаров при действии минеральных удобрений (лабораторные опыты, 1985—1986 гг.)

Вид личинок	Число особей в опыте	Препарат	Доза г/100 мл Н ₂ O	Продолжение опыта, в днях	Результаты, в %		
					выживаемость	гибель	окукливание
<i>Aedes vexans</i>	2	Суперфосфат »	0.1	9	100		100
	25		0.5	2	80	20	
	2		0.5	9		100	
	45		1.0	2	93.4	6.6	
	2		1.0	7		100	
	3		1.0	7	33.3	66.7	
	5		1.0	7		100	
	6		1.0	7	20	80	
	3		1.0	9		100	
	3		3.0	9		100	
	2	Нитрофоска »	0.1	9	100		100
	25		0.5	7	18	92	
<i>Ae. vexans</i>	2		0.5	9	100		100
	25		1.0	7		100	
	3		1.0	9	66.6	33.3	66.6
	3		3.0	9		100	
	2		1.0	7		100	
<i>Ae. flavescens</i>	3		1.0	7		100	
	3		1.0	7		100	
	4		1.0	7		100	
	4		1.0	7	25	75	25

глубже, тем меньше концентрация удобрений в воде и, как следствие, выживаемость личинок выше.

В водоемах с различной плотностью личинок аналогичной закономерности не наблюдается: 100 %-ная выживаемость личинок отмечалась как при низкой численности (2 особи на 1 м²), так и при высокой (108 330 особей на 1 м²). В последнем случае высокая выживаемость личинок *Ae. vexans* объясняется незначительным количеством удобрения, поглощенного одной особью.

В естественных условиях минеральные удобрения (суперфосфат, нитрофоска) разлагаются медленно, поэтому оказывают меньшее воздействие на выживаемость личинок *Aedes*. Наибольший эффект получен при действии аммофоса, который ускоряет рост и окукливание личинок, видимо, за счет интенсивного выделения азота и поглощения его живыми организмами.

Лабораторными опытами установлены концентрации минеральных удобрений, губительно действующие на личинок *Ae. vexans*, *Ae. flavescens*, *An. messeae* (табл. 5). Результаты опытов показали, что с увеличением концентрации удобрений параллельно увеличивается и гибель личинок, причем она зависит от вида и дозы удобрений, количества личинок в опыте, продолжительности опыта. Суперфосфат 0.1 %-ной концентрации не влияет на жизнедеятельность личинок *Ae. vexans* III возраста, последние развиваются, окукливаются и в течение 9 сут остаются жизнеспособными 100 % особей. Водный раствор суперфосфата 0.5 %-ной концентрации оказывает губительное действие на личинок этого же вида и через 5 сут наблюдается 100 %-ная их гибель.

Менее восприимчивы к суперфосфату личинки *Ae. flavescens* IV возраста: через 7 дней в опыте выживало от 20 до 100 % (в зависимости от числа личинок), но задерживалось окукливание. Личинки III возраста гибли в 100 % случаев.

Нитрофоска оказывает меньшее воздействие на жизнедеятельность личинок *Ae. vexans*: личинки погибают при 1—3 %-ной концентрации и даже через 9 дней от начала опыта выживают 33—66 % личинок.

Личинки *Al. flavescens* II возраста более восприимчивы к нитрофоске: доза 1 г удобрений в 100 мл воды приводила к 100 %-ной гибели в 4 опытах из 5, тогда как при действии той же дозы суперфосфата личинки гибли в 2 случаях из 5.

ВЫВОДЫ

1. Применение минеральных удобрений на агроценозах приводит к изменению химизма водоемов — мест развития личинок комаров.
2. Широко используемые в практике сельского хозяйства суперфосфат, нитрофоска, аммофос оказывают губительное действие на личинок.
3. Порог гибели личинок I—II возрастов наступает в 0.4—0.5 %, III—IV возрастов в 1 %-ном водном растворе удобрений.
4. В естественных водоемах суперфосфат тормозит, а аммофос ускоряет процесс развития личинок, окукливание и окрыление: суперфосфат за счет увеличения кислотности водной среды, аммофос за счет большего содержания азота, дающего рост живым организмам.
5. В лабораторных условиях нитрофоска и аммофос резко увеличивают содержание аммиака в воде (95—240 раз), что оказывает губительное действие на личинок.

Л и т е р а т у р а

- Алексеев А. Н. Изменение фауны и численности кровососущих членистоногих в разных регионах СССР в связи с хозяйственным освоением территорий // Мед. паразитол. 1976, № 1. С. 3—14.
- Бринка М. Влияние возросшего использования удобрений на загрязнение водоемов. Загряз-

- нение вод отходами сельского хозяйства // Материалы семинара, организованного Комитетом по водным проблемам Европейской экономической комиссии при ООН. Т. 2. Вена. 1974. С. 1—36.
- Федорова В. Г., Алексеев А. Н. Изменение химического режима водной среды и численности личинок р. *Aedes* при известковании кислых почв // Мед. паразитол. 1982, № 1. С. 14—17.
- Gregory J. D., Mir M. S. Suppression of nuisance aquatic mitges with a urea insect growth regulator // J. Econ. Entomol. 1982. Vol. 75, N 2. P. 297—300.
- Rettich F. Использование гранулированных удобрений в качестве носителей инсектицидов Actelic ЕС 50 при приготовлении гранулятов против личинок комаров // Журн. гигиены, эпидемиол., микробиол. и иммунол. 1981. Т. 25, № 1. С. 5—9.

Новгородский государственный
педагогический институт

Поступила 7.01.1988

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON LARVAE OF CULICIDAE

V. G. Fedorova

SUMMARY

The effect of superphosphate, nitrophoska and ammophos on larvae of Culicidae was studied under laboratory and field conditions of the Novgorod region. Superphosphate better than other fertilizers acidifies water, while nitrophoska and ammophos increase the ammoniac contents of 27 to 240 fold that affects lethally the larvae. 0.4—0.5 % and 1 % concentrations of mineral fertilizers are a lethal dose for I—II instar and III—IV instar larvae, respectively.
